

## 산·학·연 논문

## 김치의 영양생리적 특성 Physiological Properties of Kimchi

김 영 진 (Young Jin Kim)

한국식품개발연구원

김치는 한국의 대표적인 전통발효식품이다. 한국인의 식사에는 밥과 김치가 필수적이다. 현대에 들어서 김치의 영양생리적 특성이 밝혀지면서 김치는 세계적인 건강식품(natural health food)으로 주목받고 있다. 김치의 영양생리적 특성에 대한 최근 자료를 소개하고자 한다.

### 김치의 항암효과

그러면 김치는 어떤 영양생리적 특성을 갖고 있는가? 먼저 항암효과를 들 수 있다. 한국식품개발연구원(1)에서는 흰쥐에 발암물질 diethylnitrosamine (DEN)과 D-galactosamine (DGA)을 복강주사하여 간암을 발생시켰다. 간암이 발생되고 있는 쥐에게 한국인이 평소에 섭취하는 정도의 배추김치와 깍두기를 동결건조하여 사료에 섞어서 각각 먹여 보았다. 그러자 배추김치를 먹은 쥐에서는 김치대신 AIN-76사료(대조군)를 먹은 쥐보다도 간암의 발생정도(glutathione S-transferase placental form positive foci, GST-P<sup>+</sup>)가 약 절반으로 감소되었고, 깍두기를 먹은 쥐는 약 1/3로 감소되었다. 따라서 배추김치와 깍두기는 간암을 발생시키지 않을 뿐만 아니라 간암의 억제효과를 갖고 있다(1999).

이외에 김치의 항암효과에 대한 가능성이 시험관내 방법(in vitro)으로 다수 연구되었다. 김치에서 메탄올로 추출한 액은 Ames test와 SOS chromotest에서 발암물질(aflatoxin과 N-methyl-N'-nitrosoguanidine, MNNG)에 대하여 항돌연변이효과를 나타냈다(2). 그리고 김치추출액은 조직배양된 결장암세포(HT29), 백혈병암세포(leukemia K-562 and HL-60), 유방암세포(MCF-7), 골수암세포(osteosarcoma MG-63)의 성장을 억제 또는 정지(apoptosis)시키거나(3-8), 쥐의 항암성물질인 인터루킨(interleukin)-2의 생성을 촉진시키고 항암성 림프구인 natural killer cell의 활성을 높였다(9). 또 배추김치에서 유기용매 dichloromethane으로 추출한 액은 쥐의 태아섬유아세포(embryo fibroblast

cell)에 대한 발암물질(3-methylcholanthracene, MCA and 7,12-dimethylben[a]-anthracene, DMBA)의 독성을 약화시켰다(10). 김치젖산균도 항돌연변이효과가 있는 것으로 보고되었다. 즉 김치에서 분리한 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, *L. actobacillus fermentum*, *L. plantarum pediococcus acidilactici*는 발암물질 4-nitroquinoline-1-oxide (4-NQO)와 3-amino-1-methyl-5H-pyrido[4,3-b]-indol (Trp-P2)에 대하여 항돌연변이효과를 나타냈다(11). 김치젖산균의 세포벽성분(cell wall)이 세포내부물질(cytosol)보다 항돌연변이효과가 더 큰 것으로 나타났다(12). 또한 김치젖산균의 세포벽에서 muramic acid를 포함하는 펩티도글루칸(peptidoglycan)을 분리하여 쥐의 백혈구와 암세포가 함께 존재하는 배양액에 넣으면 백혈구의 활성이 증가하여 암세포를 더 많이 죽이는 것으로 나타났다(13).

이와 같이 시험관내 방법(in vitro)으로 김치의 항암효과가 다수 조사되었다. 시험관내 방법(in vitro)은 실험시간이 짧고 비용이 적게 드는 장점이 있지만, 예비시험단계에 해당되므로 인체의 암과 유사한 암을 나타내는 실험동물을 사용하여 생체내 효과(in vivo)를 확인하여야 한다. 시험관 방법에 의한 김치의 항암효과는 실험동물에서도 나타날 것으로 기대되고 있다.

### 배추와 마늘의 항암효과

김치를 구성하고 있는 배추와 마늘이 항암효과가 있다는 결과가 다수 보고되었다. 미국 Harvard 의과대학(14)에서 1986년부터 1996년까지 방광암(bladder cancer)에 걸린 환자 47,909명의 생활환경을 조사한 결과 배추를 포함한 십자화과(cruciferous vegetables)의 섭취가 많을수록 방광암의 발생이 적었고 십자화과 식물 중 특히 배추와 브로콜리만이 방광암의 위험을 감소시켰다고 하였다. 다른 녹황색채소와 카로틴이 많은 채소는 방광암의 예방에

관련이 없었다. 따라서 방광암을 억제하기 위하여서는 배추와 브로콜리를 많이 섭취하여야 한다고 하였다(1999). 중국(15)에서 1993년부터 1995년까지 뇌암에 걸린 환자 129명의 생활환경을 조사하였다. 신선한 채소 특히 배추와 양파, 신선한 생선을 먹으면 뇌암의 발생위험이 낮아졌다. 이외에 비타민 E, 칼슘은 보호효과를 가져왔으나, 베타카로틴, 비타민 C는 보호효과가 없는 것으로 나타났다(1999). 미국 록펠러대학병원(16)에서는 배추속에 있는 indol-3-carbinol을 많이 섭취할수록 사람의 오줌에서 estrogen receptor를 활성화하는 대사산물의 농도가 감소된다는 사실을 발견하고, indol-3-carbinol이 여성호르몬인 에스트로젠(estrogen)의 자극을 낮추어 유방암의 증식을 억제하는 것으로 추측하였다(1997).

또한 John Hopkins 의과대학(17)에서는 배추를 포함한 브라시카속(brassica)에는 glucosinolate를 많이 포함하고 있고, 조직이 손상되면 효소 myrosinase에 의하여 glucosinolates가 isothiocyanates로 변화되며 isothiocyanates는 발암물질이 암을 일으키는 것을 억제한다고 하였다. Glucosinolate와 isothiocyanate가 많은 식물(배추 포함)을 사람에게 먹으면 해독기능이 강화되어 암을 억제하는 것 같다고 하였다(1998). Vehoeven 등(18)은 배추와 콜리플라워, 브로콜리의 섭취와 폐암이 발생할 위험간에는 역의 상관관계가 있으며, 브라시카(brassica)속의 섭취는 위암이 발생할 위험과 역의 관계를 보였다고 하였다. 따라서 브라시카(brassica)속의 섭취가 많을수록 폐암과 위암이 발생할 위험이 감소된다고 하였다(1996).

마늘의 항암효과에 대한 결과도 다수 보고되어 있다. 미국 국립암연구소(19)에서는 중국 산둥지방의 창산주(Changshan county)의 주민의 위암 발생이 다른 지역보다도 낮음을 발견하고 주민 214명을 조사하였다. 그 결과 이 곳 주민은 *Helicobacter pylori*의 감염이 가장 적었다. 마늘은 위암에 보호효과를 보이지는 않지만 *H. pylori*의 감염과 역의 상관관계에 있었다. *H. pylori*는 위암발생(risk factor)의 위험이 있으므로 마늘은 위암의 초기발생과 진행을 억제할 수 있을 것으로 추측하였다(1998). 스위스 로잔(20)에서 1992년부터 1997년까지 결장암(colorectal cancer)환자 223명에 대하여 식사를 조사하였다. 그 결과 그들이 먹는 식품 중 마늘이 가장 암에 대한 보호효과가 높았다고 하였다(1999). 또한 프랑스(21)에서는 1986년부터 1989년까지 345명의 유방암환자를 대상으로 식사를 조사한 결과 유방암은 섬유(fiber)와 마늘과 양파의 섭취가 증가할수록 위험이 줄어드는 것으로 나타났다(1998). 이외에 오스트리아의 Wien 대학(22)에서는 배추와 마늘이 항

암효과를 갖지만 발효성이며 수용성 식이섬유도 암에 대하여 보호효과가 있다고 하였다(1997). 또한 Crigig(23)는 가장 큰 항암효과가 있는 식품으로 마늘, 콩, 배추, 생강 등을 들고 있다(1997).

김치를 구성하고 있는 식물에 있는 일부의 성분이 항암효과가 있다는 보고가 있다. 한국 원자력병원(24)에서는 배추추출물이 발암물질 diethylnitrosamine (DEN)에 의하여 쥐에서 발생한 간암을 억제시켰다고 하였다(1990). 또한 마늘과 고추의 에탄올추출물이 간암에 미치는 영향을 조사한 결과(25), 마늘추출물은 간암발생을 억제하였으나 고추추출물은 어떠한 효과도 가져오지 않았다(1991). 그리고 마늘에 존재하는 allyl sulfide, 고추에 존재하는 capsaicine, 배추에 존재하는 indol-3-carbinol을 쥐에 투여하고 위암에 미치는 영향을 조사하였다(26-28). 그 결과 마늘에 존재하는 allyl sulfide는 위암을 억제하였으나 capsaicine과 indol-3-carbinol은 위암에 아무런 영향도 가져오지 않았다(1991). 또한 마늘의 allyl sulfide, 배추의 indole-3-carbinol을 물에 혼합하여 쥐에 투여하고 여러 장기의 암에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과 마늘의 allyl sulfide와 배추의 indole-3-carbinol은 간암, 폐암, 갑상선암(thyroid), 방광암(urinary bladder)의 발생을 억제하였다. 마늘추출물은 간암발생에 강력한 억제효과가 있고 배추추출물도 상당히 간암을 억제하였다. 고추는 간암에는 거의 효과가 없었으나 고추의 capsaicin은 폐암을 약 절반정도로 감소시켰다(26).

암의 발생은 다단계를 거쳐 암이 이루어진다. 일반적으로 개시, 촉진, 전이과정을 거치는 것으로 알려져 있다. 발암물질이라도 체내에 들어온 즉시 암을 일으키지는 않는다. 생체 방어기구가 있기 때문이다. 발암물질은 세포내 DNA 또는 RNA를 공격하여 변이를 일으킴으로 개시된다. 그러나 DNA가 변이되었더라도 복구(repair)되면 암으로 변화되지 않는다. 또 발암물질이 체내로 들어오면 정상 영양대사경로가 아닌 이물질대사경로를 따라 대사되는데, 대사도중에 수용성형태로 변화되어 체외로 배출되면 암이 발생되지 않는다.

식품에 의한 항암효과는 암의 초기발생단계에 효과가 있다. 따라서 항암을 목적으로 식품을 섭취할 경우 초기단계부터 장기간 계속적으로 섭취하는 것이 중요하다(29). 항암성 식품은 간의 해독기능을 강화하여 발암물질을 무독화 시키거나, 암세포의 DNA와 단백질합성을 억제하거나, 에스트로젠 수용체(estrogen receptor)를 방해하여 에스트로젠(estrogen)에 의한 증식을 억제함으로써 암의 개시단계와 촉진단계를 억제한다고 생각되고 있기 때문이다(30).

## 김치의 발암성 여부 논쟁

한국인의 암발생률이 김치와 관련이 있다는 연구가 보고되었다. 김치가 발암성이 있다는 근거는 ① 발암물질인 nitrosamine이 김치에서 생성될 수 있다는 점과, ② 김치 중 소금이 위암의 발생위험인자(risk factor)라는 점에 근거한 것이다. 김치에서 nitrosamine이 생성될 수 있다는 것은 배추 중에는 질산염(nitrate,  $\text{NO}_3$ )이 존재하는 데 질산염이 아질산염(nitrite,  $\text{NO}_2$ )으로 환원될 수 있고 젓갈에 있는 secondary amine과 결합하여 nitrosamine이 생성될 수 있다는 것이다.

### 김치 중 nitrosamine에 의한 발암성 보고

Seel 등(31)은 전라도 김치에서 질산염함량이 1,550mg/kg, 젓갈에서 140mg/kg 검출되었고 secondary amine은 김치에서 5.5mg/kg, 젓갈에서는 56mg/kg이었다고 하였다. 김치에 sodium nitrite를 넣고 위(stomach)와 비슷한 조건을 만들기 위하여 염산으로 pH 3.4로 조정하고 37°C에서 1시간 저장하면 nitrosamine이 생성되었다(1994). 이 과정은 ascorbic acid에 의하여 억제될 수 있으며 만일 ascorbic acid가 김치에서 부족하면 이 과정이 일어날 수 있으며 한국인에 많은 위암이 김치와 젓갈에 관련된다고 하였다.

정 등(32)은 김치에 새우젓을 통상으로 사용하는 량의 2.5배를 넣고, 과숙시킨 후(pH 3.5) 사료에 과량(10%)으로 넣고 이 사료와 발암물질 N-methyl-N'-nitro-N-nitroguanidine (MNNG)를 혼합하여 쥐에 먹여보았다. 그 결과 발암물질 MNNG만 먹인 쥐에서는 위암발생률이 56%이었으나, 김치와 발암물질 MNNG를 동시에 먹은 쥐의 위암발생률은 73%로서, 위암이 더 많이 발생하였다(1996).

그러면 김치의 nitrosamine은 존재하는가? 김과 신(33)은 배추김치에 새우젓, 멸치젓, 액젓을 첨가하여 nitrosamine의 생성에 미치는 영향을 연구하였다. 새우젓을 첨가한 김치에서는 N-nitrosodimethylamine (NDMA)의 생성량이 다른 것 보다 더 증가되었고 새우젓의 첨가수준에 비례하여 NDMA의 생성량도 증가되었다(1997). 김 등(38)은 멸치젓에서 NDMA는 거의 검출되지 않지만, pH 3.8에서 아질산염이 존재하면 NDMA가 생성될 수 있다고 하였다. 인체의 위는 공복시에 pH 1.6-2.0이고 음식물을 섭취할 경우 pH 3-4로 되므로 위에서 생성될 가능성은 존재한다고 하였다. 그러나 비타민 C가 존재하면 생성이 억제된다고 하였다(1997). 구 등(35, 36)은 시판 깎두기, 총각김치, 동치미를 수집하여 NDMA를 분석한 결과 모두

검출되었으며 대체로 2.6~11.2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었으나 때로는 50.6, 65.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 높은 것도 있었다고 하였다(1999). 또한 깎두기에 새우젓, 멸치젓, 양념을 첨가하여 제조한 결과 새우젓을 첨가하였을 때 NDMA가 많았고, 저온(5°C)보다 높은 온도(17°C)에서 저장할 때 NDMA와 N-nitrosodiethylamine (NDEA)이 많았으며, 저장 중에 증가하는 추세이었다(1999).

이상의 논문을 종합하면 김치 중 nitrosamine이 생성될 가능성이 있다는 보고는 주로 젓갈이 혼합된 경우이다. 따라서 젓갈에 주의를 기울여야 할 것 같다. 이를 뒷받침하는 연구보고가 있다. 중국 동남부의 해안지역(광둥, 구양자이, 후난)은 인두암(nasopharyngeal carcinoma)의 발생률이 높다(37). 보통 100,000명당 1-2인인데 반하여 이 지역은 5명을 넘는다. 이곳 주민들이 먹는 음식을 조사한 결과 소금으로 절인 생선(salted fish)을 많이 먹는 데 여기서 NDMA, NDEA 등이 발견되었다. 총 휘발성 nitrosamine 함량은 0.028~4.540mg/kg으로 발견되었다. 이러한 nitrosamine의 함량과 암사망률간에는 정의 상관관계가 있으며, 이곳 주민의 암위험과 관련된다고 하였다(1994).

### 국내 채소의 질산염 함량과 추이

그러면 국내 김치와 채소중 질산염함량은 얼마나 되는가? 식품의약품안전청 식품평가부의 발표(38)에 의하면 국내 배추의 질산염함량은 362~3,015mg/kg으로 평균 1,498mg/kg이고, 무는 273~5,141mg/kg으로 평균 1,551mg/kg이었다. 해외의 결과와 비교하면 배추는 일본 평균 1,040mg/kg, 독일 평균 3,100mg/kg이었고, 무는 일본 평균 1,060mg/kg, 영국은 583~4,172mg/kg, 독일 780~4,172mg/kg으로서 해외의 수준과 비슷한 수준이었다. 질산염에 대하여 미국, 일본, Codex는 채소에서 잔류량을 규제하고 있지 않지만, EU 국가는 일부의 채소에서 잔류량 기준을 이미 설정하였다. 한국인이 많이 섭취하고 있는 배추, 무 등의 질산염 잔류량이 현재 위험한 수준은 아닐지라도 계속 주시할 필요가 있다(1999).

### Nitrosamine의 추이와 생성역제

김치의 숙성 중 질산염 함량은 어떻게 변화되는가? 김치발효 중 질산염은 숙성됨에 따라 크게 감소하였으나 아질산염은 증가하지 않았고(39), N-nitrosamine은 검출한계 이하이거나 흔적량으로 존재하였다(1984).

김치숙성 중 nitrosamine을 제거할 수 있을까? 일부의 채소가 아질산염을 분해할 수 있음이 보고되었다. 김 등(40,41)은 마늘, 산초, 생강, 양파, 파 등의 수용성추출물과 당근의 메탄올추출물은 아질산염을 분해하는 효과가 있

다고 하였다. 또 해조류 중 김, 파래의 수용성 추출물, 미역과 청각의 메탄올추출물도 아질산염을 분해하는 효과가 있다고 하였다(1987).

또 김치의 젖산균 중에는 아질산염을 분해하는 균주가 있다. 오 등(42,43)은 김치에서 유산균을 분리하여 아질산을 분해하는 효과를 조사하였다. *Lactobacillus plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides*는 아질산염을 분해하였다. *L. plantarum*과 *L. sake*는 성장 1일부터 90%이상을 분해하였으며 2일 이후에는 거의 대부분의 아질산을 분해하였다. 젖산균이 성장하면서 김치의 pH는 낮아지고 아질산염 분해율도 증가되었다. 또한 김치에 비타민 C가 존재하면 아질산염의 생성이 억제되었다(1997).

이상의 결과로 볼 때 실제로 실험동물을 사용하여 김치를 먹었을 때 암이 발생되었다는 보고는 아직 없다. 그러나 김치에서 nitrosamine이 존재할 가능성은 매우 희박하지만(44), 전혀 없다고 단정할 증거도 아직 없다. 김치의 안전성을 확보하기 위하여 nitrosamine이 생성될 가능성을 충분히 배제할 방안을 마련하여야 할 것이다. Nitrosamine의 위험을 배제하기 위하여서는 먼저 ①질산염이 적은 배추를 재배하는 방법이 있다. 그리고 ②젓갈을 사용할 때 nitrosamine 생성되었다는 보고가 있으므로 젓갈을 사용하지 않거나 신선한 젓갈을 소량 사용하며, 장기적으로는 nitrosamine을 생성하지 않는 젓갈을 개발하여야 할 것이다. 그리고 ③비타민 C가 발효중 풍부하도록 하고 ④아질산염을 분해하는 균주를 사용하는 방법도 있다.

#### 소금농도

소금은 위암의 위험인자로 알려져 있다. 서울대 의과대학(44)에서는 1991-92년간 위암환자를 조사한 결과, 소금에 절인 생선, 젓갈을 많이 먹는 사람들에 많다고 하였다(1997). Ha 등(15)은 중국에서 1993년부터 1995년까지 뇌암에 걸린 환자 129명의 생활환경을 조사한 결과 소금에 절인 채소, 소금에 절인 생선을 먹은 경우 뇌암의 위험이 높아진다고 하였다(1999). 고농도의 소금이 발암물질(MNNG)과 동시에 존재할 경우 발암물질의 돌연변이효과를 더 높일 수 있다. 즉 소금농도를 9~10%로 높인 김치는 발암물질 MNNG가 있을 경우 MNNG의 돌연변이성을 더 상승시켰다(46). 그러나 통상 김치를 제조하는 정도의 소금농도(2.5~3%)에서는 돌연변이효과를 나타내지 않았다(1999).

소금은 또한 혈압과 관계된다. 저염식사를 하면 고혈압이 거의 존재하지 않는다. 많은 고혈압환자에게 소금(Na)을 줄이면 혈압이 강하된다. 그러나 소금을 너무 적게 섭취한 경우 즉 하루 50mmol 이하로 섭취하면 더운 날씨에

대한 염 고갈이 일어나고, 심혈관의 보유량이 감소되고, 위장관의 손실을 회복시키지 못하게 된다(47).

과거 우리나라에서는 냉장고가 없던 시절에 김치를 장기저장하기 위하여 소금을 5~6%로 많이 첨가하였다. 그러나 오늘날 냉장고가 보급되어 있으므로 소금을 많이 첨가할 필요는 없게 되었다. 김치의 소금농도는 2.5~3.0%에서 안전할 것으로 생각되고 있다.

#### 동맥경화증 억제효과

미국과 유럽에서는 동맥경화증으로 인한 사망률이 가장 높다. 김치가 동맥경화증을 억제할 수 있을 것인가? 동맥경화증을 억제하기 위하여서는 먼저 혈중 콜레스테롤을 저하시켜야 한다고 알려지고 있다. 권 등(48)은 김치가 흰쥐의 콜레스테롤의 수준에 미치는 영향을 조사하였다. 김치를 먹은 쥐에서는 혈중콜레스테롤과 간의 콜레스테롤함량이 감소되었다. 김치가 섭취한 지방과 콜레스테롤을 변으로 배설시킨 것으로 추정하였다(1997).

권 등(49)은 김치섭취량과 중년남성의 혈중 지질농도의 관련성을 조사한 결과 김치섭취량과 LDL-cholesterol은 역의 상관관계를 보였다고 하였다. 즉 김치를 많이 먹을수록 LDL-cholesterol의 함량이 적어졌다(1999). 또 Ismail 등(50)은 마늘과 펙틴을 고콜레스테롤증(hypercholesterolemia)에 걸린 토끼에 먹인 결과 콜레스테롤의 저하효과가 관찰되었다고 하였다. 더욱이 마늘은 지방의 과산화작용을 억제하는 효과를 나타냈다(1999).

동맥경화증의 개시는 주로 LDL-cholesterol의 산화로 개시되는 것으로 알려지고 있다. 혈액 중 LDL-cholesterol의 산화속도가 늦을수록 동맥경화증이 일어날 가능성도 낮아진다. 권 등(51)은 김치원료인 배추, 고추, 마늘을 각각 토끼에게 먹이고 동맥경화증의 억제가능성을 조사하였다. 마늘을 먹은 토끼에서 LDL-cholesterol의 산화속도가 훨씬 늦었다. 따라서 마늘은 동맥경화증에 대하여 보호하는 효과가 있다고 추정되었다(1998). 또한 시험관내 방법(in vitro)에서도 마늘추출물이 LDL-cholesterol의 산화를 억제할 수 있음이 보고되었다(52).

#### 고추와 에너지 소비촉진

김치는 에너지소모에 어떤 효과를 가져올까? 임 등(53)은 김치에 넣는 고추를 성인에게 먹이고 달리기를 하는 동안 탄수화물의 소모를 조사하였다. 고추를 먹은 사람은 호흡률과 혈액 중 젖산(lactate)이 더 증가하였고 호르몬 에피네프린(epinephrine)과 네오에피네프린(norepinephrine)

이 더 증가하였다. 이 호르몬은 저장된 탄수화물을 혈당으로 바꾸는 호르몬이다. 고추를 먹은 사람들은 탄수화물을 더 많이 소모시킨 것이다(1997).

Yoshiokka 등(54)은 고추가 고지방질(high fat)식사와 고당질(high carbohydrate)식사에서 인체의 열발생에 미치는 영향을 일본인 여성을 대상으로 조사하였다(1998). 고추가 없는 식사를 할 경우 당질이 지방보다 더 많이 열을 발생시키고, 당질이 먼저 소모되었다. 그러나 고추를 동시에 먹으면 체열이 증가하였고, 당질의 산화보다 지방의 산화가 더 증가하였다. 이 결과는 고추가 체열의 발생(thermogenesis)을 촉진시킬 뿐만 아니라 지방의 소비(lipid oxidation)를 증가시키며 나아가 비만을 억제할 수 있음을 제시하였다.

### 마늘과 피로억제

마늘은 피로에 어떤 영향을 가져올까? 피로는 근육이 활동함으로써 발생된 젖산(lactate)이 축적됨으로써 느끼는 것이다. 백(55)은 김치에 넣는 마늘을 남학생에게 먹이고 장시간 운동한 후 혈액 중 젖산축적량과 젖산분해효소를 조사하였다. 마늘을 먹은 남학생들은 마늘을 먹지 않은 남학생들 보다 혈액 중 젖산이 약간 적어졌고, 젖산을 분해하는 효소의 활성은 높아져 있었다. 즉 마늘을 먹은 남학생들은 젖산을 분해하는 효소의 활력이 강화되어 젖산 축적이 적어졌고, 피로를 덜 느꼈던 것이다(1995).

### 혈전억제효과

혈액이 응고되면 혈전(피덩이)이 생기는 데 만일 혈액 속에서 작은 혈전이 생기면 모세혈관을 막아서 조직에 산소와 영양을 공급하지 못하게 된다. 김 등(56)은 김치를 흰쥐에 대량으로 먹이고 피부린을 분해하는 활성을 검토하였다. 김치를 많이 먹은 쥐(사료중 10%)는 피브린 분해 활성이 높은 것으로 나타났다. 이러한 분해활성은 파, 무, 고추에서 유래한 것으로 생각되었다(1998). 마늘이 혈전에 미치는 영향이 연구되었다(57-59). 인도에서 마늘을 많이 먹는 사람과 마늘이 먹지 않는 사람에서 각각 혈전을 녹일 수 있는 능력을 조사하였다(60). 그러자 마늘을 먹은 사람은 혈전이 쉽게 생기지 않고 혈전을 녹이는 능력도 높았다. 또한 마늘을 먹고 1-8시간이 경과하면 혈액의 점도가 내려가면서 혈전용해능력도 증가되었다(1979). Ariga 등(61)은 마늘의 혈전을 억제하는 물질(blood platelet aggregation)은 methyl allyl trisulphide로서 마늘기름 중

4~10% 함유되어있다고 하였다(1981).

김치에서 혈전을 용해하는 효소를 생산하는 균주가 분리되었다. 노 등(62)은 김치에서 혈전을 용해하는 균은 *Bacillus amyloliquefacins*, *Bacellus brevis*, *Micrococcus luteus*로 동정하였다. 이 균들이 생산하는 효소는 일본의 나또나 청국장에서 분리된 것보다 더 높은 활성을 갖고 있었다(1999).

### 철분흡수 촉진과 장내 유의한 효과

철분(Fe)은 장내에서 흡수되기 어려우므로 인체에서 결핍되기 쉬운 미량금속이다. 철분이 부족하면 빈혈이 나타난다. 오 등(63)은 김치에는 철분의 흡수를 돕는 비타민 C, 유기산, 황아미노산 등이 풍부하므로 김치를 섭취하면 장내에서 철분의 흡수가 촉진된다고 하였다(1994).

김치는 젖산균에 의하여 발효된 식품이므로 젖산균이 많이 살아있다. 보통 1 gram당 약 10<sup>9</sup>마리가 있다. 이 등(64)은 김치를 건강한 성인 10명에게 매일 200g씩 10주간 먹이고 장내 미생물에 미치는 영향을 조사하였다. 김치를 먹은 사람은 김치에 존재하는 젖산균인 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc*의 수가 증가되어 있었고, 장내세균에 의하여 발생하는 유해한 효소인  $\beta$ -glucosidase와  $\beta$ -glucuronidase가 감소하였다(1996).

### 기타 영양성분

김치에는 이러한 효능 이외에 여러 가지 영양성분이 풍부하다. 비타민 B complex와 비타민 C, 수용성 식이섬유가 많다(표 1). 김치의 식이섬유는 발효중기의 잘 익은 김치에서 가장 높다(65).

이상과 같이 김치는 현대인에게 필요한 여러 가지 영양생리적 특성을 가지고 있다. 이러한 특성이 알려지면서 일본은 물론 해외의 다른 국가에서도 김치에 대하여 관심

표 1. 배추김치의 영양성분 (한국영양학회, 1998)

Serving size (g)	60		
Energy (kcal)	10.8	Ash (mg)	1.7
Protein (g)	1.2	Vitamin A (R.E.)	28.8
Fat (g)	0.3	Retinol ( $\mu$ g)	0.0
Carbohydrate (g)	1.6	Carotene ( $\mu$ g)	174.0
Fiber (g)	0.78	Thiamin (mg)	0.036
Ca (mg)	28.2	Riboflavin (mg)	0.036
P (mg)	34.8	Niacine (mg)	0.5
Fe (mg)	0.48	Vitamin C (mg)	8.4
Na (mg)	688	Cholesterol (mg)	0.00
K (mg)	180		

을 갖고 있으며, 김치의 수출도 확대되고 있다. 따라서 현재까지 내려온 김치의 우수성을 계속 연구하여 세계에 알리며, 우수한 품질의 김치를 개발하고 나아가 세계 여러나라에 보급하여야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. 김영진, 박원수, 구경형, 장자준 : 김치의 생리활성효능에 관한 연구. 한국식품개발연구원보고서, E1487-9902(1999)
2. 박건영 : 김치의 영양학적 평가와 항돌연변이 및 항암효과. 한국영양식량학회지, 24, 169-182(1995)
3. 박건영, 최홍식 : 김치의 항돌연변이성 및 항암성. "제1회 김치의 과학 심포지움발표논문집". 한국식품과학회, 서울, pp.205-225(1994)
4. Choi, M. W., Kim, K. H., Kim, S. H. and Park, K. Y. : Inhibitory effects of kimchi extracts on carcinogen-induced cytotoxicity and transformation in C3h/10T1/2 cells. *J. Food Sci. Nutr.*, 2, 241-245(1997)
5. 조은주, 이숙희, 이선미, 박건영 : 김치분획물의 *in vitro* 항돌연변이 및 항암효과. 대한암예방학회, 2, 113-121(1997)
6. Hur, Y. M., Kim, S. H. and Park, K. Y. : Inhibitory effects of kimchi extracts on the growth and DNA synthesis of human cancer cells. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 107-112(1999)
7. Choi, W. Y. and Park, K. Y. : Anticancer effects of organic Chinese cabbage kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 113-116(1999)
8. Jung, K. O., Lee, K. I., Suh, M. J. and Park, K. Y. : Antimutagenic and anticancer effects of Buchu kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 4, 33-37(1999)
9. Kim, K. H., Kim, S. H., Rhee, S. H. and Park, K. Y. : Effects of kimchi extracts on interleukin-2 production and natural killer cell activity in mice. *J. Food Sci. Nutr.*, 3, 282-286(1998)
10. 조은주, 이숙희, 박건영 : 배추김치분획물의 *in vitro* 항발암 효과. 대한암예방학회지, 4, 79-85(1999)
11. 손태진, 김소희, 박건영 : 김치에서 분리한 유산균의 항돌연변이효과. 대한암예방학회지, 3, 65-74(1998)
12. Park, K. Y., Kim, S. H. and Son, T. J. : Antimutagenic activities of cell wall and cytosol fractions of lactic acid bacteria isolated from kimchi. *J. Food Sci. Nutr.*, 3, 329-333(1998)
13. 한국식품개발연구원 : 전통발효식품의 과학화 연구. 제1차년도 보고서 N1035-0623, 과학기술처, pp.383-424(1995)
14. Michaud, D. S., Spiegelman, D., Clinton, S. K., Rimm, S. K. and Willett W. C. : Fruit and vegetable intake and incidence of bladder cancer in a male prospective cohort. *J. Natl. Cancer Inst.*, 7, 605-13(1999)
15. Hu, J., La, Vecchia C., Negri, E., Chatenoud, L., Bosetti, C., Jia, X., Liu, R., Huang, G., Bi, D. and Wang, C. : Diet and brain cancer in adults: a case-control study in north-east China. *Int. J. Cancer*, 81, 20-3(1999)
16. Michnovicz, J. J., Adlercreuts, H. and Bradlow, H. L. : Changes in levels of urinary estrogen metabolites after oral indol-3-carbinol treatment in humans. *J. Natl. Cancer Inst.*, 89, 718-23(1997)
17. Shapiro, T. A., Fahey, J. W., Wade, K. L., Stephenson, K. K. and Talalay, P. : Human metabolism and excretion of cancer chemoprotective glucosinolates and isothiocyanates of cruciferous vegetables. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 7, 1091-1100(1998)
18. Vehoeven, D. T., Goldbohn, R. A., van Poppel, G., Verhagen, H. and van den Brandt P.A. : Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiol. Biomarkers. Prev.*, 5, 733-48(1996)
19. You, W. C., Zhang, L., Gail, M. H., Ma, J. L., Chnag, Y. S., Blot, W. J., Li, J. Y., Zhao, C. L., Liu, W. D., Li, H. Q., Brave, J. C., Correa, P., Xu, G. W. and Fraumeni, J. F. Jr. : Helicobacter pylori infection, garlic intake and precancerous lesions in a Chinese population at low risk of gastric cancer. *Int. J. Epidemiol.*, 27, 941-944(1998)
20. Levi, F., Pasche, C., La Vecchia, C., Lucchini, F. and Franceschi, S. : Food groups and colorectal cancer risk. *Br. J. Cancer*, 79, 1283-1287(1999)
21. Challier, B., Perarnau, J. M. and Viel, J. F. : Gralic, onion and cereal fibre as protective factors for breast cancer: French case-control study. *Eur. J. Epidemiol.*, 14, 737-747(1998)
22. Frohlich, R. H., Kunze, M. and Kiefer, I. : Cancer preventive value of natural, non-nutritive food constituents. *Acta Med. Austriaca.*, 23, 108-113(1997)
23. Cragig, W. J. : Phytochemicals: guardians of our health. *J. Am. Diet. Assoc.*, 1997, s199-204(1997)
24. Lee, Y. S., Jang, W. S., Eui, M. J., Lee, S. J. and Jang, J. J. : Inhibitory effect of Chinese cabbage extract on diethylnitrosamine-induced hepatic foci in Sprague-Dawley rats. *J. Korean Cancer Assoc.*, 22, 355-359(1990)
25. Lee, Y. S. and Jang, J. J. : Modifying effect of garlic and red pepper extracts on diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis. *Environmental Mutagens and Carcinogens*, 11, 21-28(1991)
26. Jang, J. J., Cho, K. J., Lee, Y. S. and Bae, J. H. : Different modifying responses of capsaicine in a wide-spectrum initiation model of F344 rat. *J. Korean Med. Sci.*, 6, 31-36(1991).
27. Jang, J. J., Cho K. J., Lee Y. S. and Bae J. H. : Modifying responses of allyl sulfide, indole-3-carbinol and germanium in a rat multi-organ carcinogenesis model. *Carcinogenesis*, 12, 692-695(1991)
28. Kim, D. J., Lee, K. K., Bae, J. H., Jang, J. J., Furihata, C. and Tatematsu, M. : The inhibitory effects of allyl sulfide and indole-3-carbinol on N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine-induced glandular stomach carcinogenesis in rats. *J. Korean Cancer Assoc.*, 26, 392-398(1994)
29. Frohlich, R. H., Kunze, M. and Kiefer, I. : Cancer preventive value of natural, non-nutritive food constituents. *Acta Med. Austriaca*, 24, 108-113(1997)

30. Potter, J. D. and Steinmetz, K. : Vegetables, fruit and phytoestrogens as preventive agents. *IARC Sci. Publ.*, **1996**, 61-90(1996)
31. Seel, D. J., Kawabata, M., Nakamura, M., Ihibashi, T., Hamano, M., Mashimo, M., Shin, S. H., Sakmoto, K. and Jhee, E. C. : N-Nitroso compounds in two nitrosated feed products in southwest Korea. *Food Chem. Toxic.*, **32**, 1117-1123(1994)
32. 정차권, 강일준, 김현숙, 남상명, 김동준, 이민철 : 위암을 유도시킨 흰쥐에서 한국전통 식품이 위암발생에 미치는 영향. *한국영양학회지*, **29**, 821-829(1996)
33. 김준환, 신호선 : 김치숙성중 니트로사아민의 생성에 대한 주원료 및 젓갈의 영향. *한국식품위생학회지*, **12**, 333-339(1997)
34. 김정균, 이수정, 성낙주 : 멸치젓 숙성중 아질산 염과 아스코르브산이 N-Nitrosamine의 생성에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **26**, 606-613(1997)
35. 구경숙, 신정혜, 정미자, 이수정, 성낙주 : 시판 무김치 중의 N-nitrosamine. *한국식품영양과학회지*, **28**, 28-32(1999)
36. 구경숙, 신정혜, 정미자, 이수정, 성낙주 : 시판 무김치 중의 N-nitrosamine. *한국식품영양과학회지*, **28**, 33-39(1999)
37. Zou, X. N., Lu, S. H. and Liu, B. : Volatile N-nitrosamines and their precursors in Chinese salted fish - A possible etiological factor for NPC in China. *Int. J. Cancer*, **59**, 155-158(1994)
38. 정소영, 소유섭, 김미혜, 원경풍, 홍무기 : 국내 채소류의 질산염 함량 분석. *한국식품영양과학회지*, **28**, 969-972(1999)
39. 김수현, 이용호, 하단춘치, 석교형, 원등용화, 송거정기 : 김치숙성중 N-nitrosamine의 생성요인에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, **13**, 291-306(1984)
40. 김동수, 안방원, 염동민, 이동호, 김선봉, 박영호 : 천연식품성분에 의한 발암성 니트로사민 생성인자 분해작용 1. 야채추출물의 아질산염 분해작용. *한국수산학회지*, **20**, 463-468(1987)
41. 김선봉, 안방원, 염동민, 이동호, 박영호, 김동수 : 천연식품성분에 의한 발암성 니트로사민 생성인자 분해작용 2. 해조추출물의 아질산염 분해작용. *한국수산학회지*, **20**, 469-475(1987)
42. 오창경, 오명철, 현재석, 최우정, 이신호, 김수현 : 김치에서 분리한 유산균에 의한 아질산염 소모(1). *한국식품영양과학회지*, **26**, 549-555(1997)
43. 오창경, 오명철, 현재석, 최우정, 이신호, 김수현 : 김치에서 분리한 유산균에 의한 아질산염 소모(2). *한국식품영양과학회지*, **26**, 556-562(1997)
44. 박건영, 최홍식 : 김치와 니트로사아민. *한국영양식량학회지*, **21**, 109-116(1992)
45. Ahn, Y. O. : Diet and stomach cancer in Korea. *Int. J. Cancer*, **10**, 7-9(1997)
46. 하정옥, 박건영 : 소금의 종류에 따른 과산화효과와 보들연변이성 비교. *대한암예방학회지*, **4**, 44-51(1999)
47. 한국영양학회 : 영양학의 최신정보 (7차개정판). *한국국제생명과학회*, 서울 pp.274-275, 447(1998)
48. 권명자, 송영옥, 송영선 : 흰쥐에서 김치식이 조식과 분변의 지질조성과 apo단백 및 thyroxine농도에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **26**, 507-513(1997)
49. 권명자, 전진호, 송영선, 송영옥 : 김치섭취수준이 중년남성의 혈중지질농도에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **28**, 1144-1150(1999)
50. Ismail, M. F., Fad, M. Z. and Hamdy, M. A. : Study of the hypolipidemic properties of pectin, garlic and ginseng in hypercholesterolemic rabbits. *Pharmacol Res.*, **39**, 157-66(1999)
51. 권명자, 송영선, 송영옥 : 콜레스테롤 식이를 섭취한 토끼에서 김치재료의 항산화효과. *한국식품영양과학회지*, **27**, 1189-1196(1998)
52. Ide, N., Nelson, A. B. and Lau, B. H. : Aged garlic extract and its constituents inhibit Cu(2+)- induced oxidative modification of low density lipoprotein. *Planta Med.*, **63**, 263-264(1997)
53. Lim, K., Yoshiok, M., Kikuzato, S., Kiyonaga, A., Tanaka, H., Shindo, M. and Suxuki, M. : Dietary red pepper ingestion increases carbohydrate oxidation at rest and during exercise in runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **29**, 355-361(1997)
54. Yoshiokka, M., St-Pierre, S., Suzuke, M. and Tremblay, A. : Effects of red pepper added to high-fat and high-carbohydrate meals on energy metabolism and substrate utilization in Japanese women. *British J. Nutr.*, **80**, 503-510(1998)
55. 백영호 : 장시간운동시 마늘섭취가 항피로 및 피로회복에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **24**, 970-977(1995)
56. 김미정, 송영선, 송영옥 : *In vitro*와 *in vivo*에서 김치 및 김치재료의 피브린 분해활성. *한국식품영양과학회지*, **27**, 633-638(1998)
57. Nafourney, R. A. : Garlic : medicinal food or nutritious medicine? *J. Medicinal Food*, **1**, 13-28(1998)
58. Shun, J. T. : Physiological effects of bioactive components of Allium species. *Food Sci. Taiwan*, **24**, 629-648(1997)
59. Kritchevsky, D. : The effect of dietary garlic on the development of cardiovascular disease. *Trends in Food Science and Technology*, **2**, 141-144(1991)
60. Sainani, G. S., Desai, D. B., Gorhe, N. H., Natu, S. M. and Pise, D. V. : Effect of dietary garlic and onion on serum lipid profile in Jain community. *Indian J. Med. Res.*, **69**, 776-780(1979)
61. Ariga, T., Oshiba, S. and Tamada, T. : Platelet aggregation inhibitor in garlic. *Lancet*, **1**, 150-151(1981)
62. 노경아, 김동호, 최낙식, 김승호 : 김치에서 혈전용해효소 생성균주의 분리. *한국식품과학회지*, **31**, 219-223(1999)
63. 오영주, 황인주, Leitzmann, C. : 김치의 영양생리적 평가. 제1회 김치의 과학 심포지움발표논문집, 식품과학회, 서울, pp.226-245(1994)
64. 이기은, 최연호, 지근역 : 김치의 섭취가 인체의 장내미생물에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, **28**, 981-986(1996)
65. 박건영, 하정옥, 이숙희 : 김치재료 및 김치의 식이섬유와 조성유 함량 연구. *한국식품영양과학회지*, **25**, 69-75(1996)
66. 한국영양학회 부설 영양정보센터 : 음식영양소 함량자료집. *한국영양학회*, 서울, p.370(1998)